

VALORACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EDILICIO COMO SISTEMA ENERGÉTICO EN ZONA ÁRIDA

I. Blasco Lucas¹

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHA) – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD)
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) – Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan – Argentina
Tel.: +54(0)264 423 2395 / 3259 Int. 349 – Fax: +54(0)264 423 5397 – <http://www.irpha.com.ar>
E-mails: iblasco@farqui.unsj.edu.ar, iblasco_2000@yahoo.com

RESUMEN

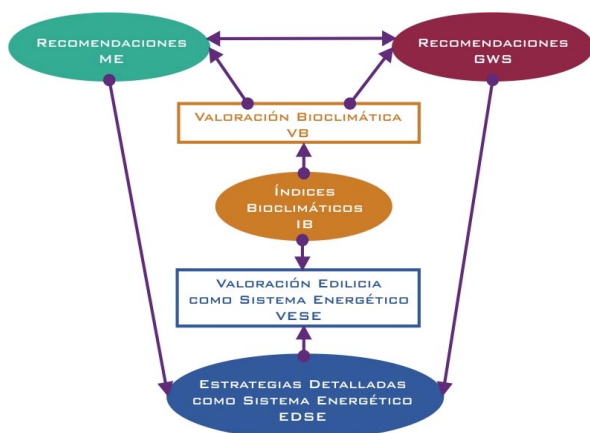
Se propone un procedimiento cuali-cuantitativo para valorar edificios como sistemas energéticos (VESE) y comparar distintas tipologías edilicias sobre una base homogénea, en zona árida. Se definen por un lado estrategias detalladas para invierno y verano, clasificadas por subsistema energético (EDSE) y se elabora una tabla de correspondencias con procedimiento de valoración bioclimática (VB) anteriormente desarrollado para métodos existentes, tales como el de Mahony-Evans (ME) y Givoni-Watson-Szockolay (GWS). Adicionalmente, se programan en MS-Excel, planillas de cálculo enlazadas, en las que se automatizan las operaciones de cada paso del procedimiento, para determinar los indicadores de sistema energético (ISE). Estos establecen el nivel de cumplimiento de las EDSE por parte de cada subsistema energético en los edificios analizados y el grado de posibilidad de incorporación en los mismos de aquellas EDSE que no cumplen. El artículo describe la estructura del procedimiento y su soporte informático, como también sus ventajas y limitaciones.

Palabras Clave: procedimiento informatizado, valoración edilicia, sistema energético, zona árida

INTRODUCCION

Está comprobado que los edificios, en su interacción con el medio ambiente, se comportan como sistemas energéticos que intercambian flujos de calor a través de fluidos, y están conformados por todos los subsistemas que caracterizan a aquellos (García Arroyo et al., 1983; Blasco Lucas et al., 2004). Desde el punto de vista arquitectónico, resultan de especial interés cuatro subsistemas: Captación, Almacenamiento, Aislación y Distribución, por su estrecha relación con el diseño edilicio. Un correcto diseño y dimensionamiento de estos cuatro subsistemas, aseguran tanto un buen comportamiento higrotérmico (Blasco Lucas I. et al., 2003), como energético (Blasco Lucas I. et al., 2001) de los edificios, lo cual permite una eficiencia edilicia en el uso de la energía. Tanto el método ME (Evans, 1991, 1999) como el GWS (Zuhairy y Sayigh, 1993), permiten obtener recomendaciones o estrategias de diseño generales, en función de los datos climáticos de una localidad. Sin embargo, se detectó la necesidad de contar con estrategias más detalladas de implementación de aquellas tan generales formuladas por estos métodos determinísticos, y de estipular criterios de asignación de valores para indicar niveles o gradaciones de cumplimiento de las recomendaciones o estrategias, que facilitarían una valoración más ajustada de la observación de las mismas. Este fue el punto de partida de la investigación, el cual ha dado origen también a la aplicación de la teoría de sistemas nebulosos al Método ME, por parte de otros grupos de investigación (Sena, 2003).

ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE VESE



El procedimiento VESE está basado en la estructura conceptual que muestra la Fig. 1. En ella se observa que a partir de las recomendaciones ME (Tabla 1) y GWS (Tabla 2) para los diseños edilicios en la localidad analizada, se realiza una VB en función de los IB (Indicadores Bioclimáticos), de los edificios a estudiar, que se pueden ver en la Tabla 3.

Además las EDSE que están agrupadas por sistema energético edilicio y tienen una correspondencia con las estrategias más generales que contienen los métodos mencionados, también son valoradas a través de los IB, respetando las equivalencias entre los mismos. Como resultado de estas operaciones que aplican los criterios de valoración cuali-cuantitativos establecidos, se obtienen indicadores ISE de las falencias y aciertos en cada subsistema de los edificios en estudio.

Fig. 1. Esquema de la Estructura Conceptual VESE

¹ Miembro de ASADES. Trabajo desarrollado en el marco de los proyectos PIP-CONICET 03007/00, CICITCA-UNSJ 2000-2003: PIC 21/A106, y PIC 21/A383.

RECOMENDACIONES ME, GWS Y ESTRATEGIAS DETALLADAS

Para realizar la adjudicación de puntajes en cada uno de los rubros se definen índices basados en características de diseño y constructivas de los edificios, posibles de cuantificar. Para ello se adoptan los criterios estipulados en la Tabla 3, con valores comprendidos entre 0 y 1. El puntaje máximo es asignado a las situaciones que se consideran óptimas. Las homologías realizadas entre los subsistemas que componen un sistema térmico-energético y los cuatro subsistemas que están directamente incorporados al propio diseño edilicio son:

- *Captación*, cuyas componentes constructivas están formadas por las áreas vidriadas y las superficies reflectoras de calor
- *Acumulación*, posibilitada a través de la “masa térmica” que conforman los materiales de muros, basamentos y techos
- *Conservación*, mediante aislaciones térmicas adecuadas, colocadas en la cara exterior de la piel del edificio
- *Distribución*, que a través de la forma edilicia puede producirse favoreciendo las corrientes convectivas para evitar estratificaciones del aire

Cada uno de los cuatro subsistemas edilicios considerados es factible de ser mejorado en su rendimiento, a través de decisiones en los aspectos del diseño proyectual y constructivos del mismo. Los primeros están relacionados con las características de localización (orientaciones, niveles), distribución de los ambientes (zonas funcionales) y morfológicas (volumétricas, superficiales). Los segundos con las características de los materiales (en elementos y componentes) y del entorno (creación de microclimas). Con estos criterios se agrupan las 24 EDSE definidas para verano (Ver) como se muestra en la Tabla 1, y las 24 para invierno (Inv) en la Tabla 2, que incluyen las correspondencias con las recomendaciones de los métodos ME (Tabla 3) obtenidas para los datos climáticos del año 1999 de la ciudad de San Juan, y GWS (Tabla 4), como también con los IB que se describen en la Tabla 5.

COMPONENTE	ASPECTO	CARACTERÍSTICA	CÓD.	ESTRATEGIAS DE VERANO	ME	GWS	INDICE	ANUAL
CAPTACIÓN	DISEÑO	Distribución de Ambientes	1-Ver	Subdividir el edificio en áreas adecuadas para calefacción y refrescamiento	1 *	1-2		X
			2-Ver	Diseñar el edificio para que los ambientes principales tengan máxima protección solar y ventilación cruzada	7-8-9	8-9-11-12	I-II-IV	
		Morfológica	3-Ver	Diseñar y orientar la envolvente para maximizar la protección solar y la captación de las brisas frescas	7-8-9	8-9-11-12	I-II-IV	
			4-Ver	Utilizar espacios verticales o conductos para inducir el aire fresco al interior y producir el efecto chimenea		9-11-12		
			5-Ver	Utilizar el enfriamiento radiante nocturno en los techos		9		
		Localización	6-Ver	Ubicar el edificio en la mejor orientación para propiciar la máxima protección solar y captación de brisas frescas	7-8-9	8-9	I-II-IV	
	CONSTRUCTIVO	Entorno	7-Ver	Utilizar vegetación y agua para producir refrescamiento evaporativo en el entorno inmediato al edificio	6 *	9-10	VI	
			8-Ver	Utilizar barreras y/o paneles para direccionar las brisas frescas hacia el edificio		9-11		
		Elementos	9-Ver	Sombrear muros y superficies vidriadas con vegetación o dispositivos	9	8	I	
			10-Ver	Optimizar las superficies vidriadas al Norte y utilizar celosías para maximizar el control de la ventilación	7-8 *	9-11	II-IV	X
			11-Ver	Utilizar rociadores o pozas de agua sobre techos para producir el enfriamiento evaporativo indirecto		9-11		
ALMACENAMIENTO	DISEÑO	Morfológica	12-Ver	Distribuir cerramientos pesados interiores y exteriores en todos los ambientes	3-4-5	3-4	VII	X
		Localización	13-Ver	Enterrar el edificio o utilizar tubos enterrados para aprovechar la inercia del suelo		3-4		X
	CONSTRUCTIVO	Elementos	14-Ver	Seleccionar materiales de alta capacidad térmica para controlar el flujo de calor en el edificio	3-4-5	3-4	V	X
CONSERVACIÓN	DISEÑO	Distribución de Ambientes	15-Ver	Ubicar las fuentes de frío interiores en la parte central del edificio	1 *	3-4		
			16-Ver	Utilizar áticos, sótanos, o espacios de uso secundario para que actúen de amortiguadores climáticos		3-4		X
			17-Ver	Proyectar vestíbulos con doble puerta en los accesos del edificio		3-4		X
			18-Ver	Minimizar la superficie y cantidad de aberturas sobre los lados Este y Oeste del edificio	8 *	3-4	II	
		Morfológica	19-Ver	Optimizar la compactidad del edificio, es decir la relación entre la superficie de la envolvente y el volumen del edificio	2	3-4	III	X
			20-Ver	Conformar y orientar el volumen del edificio para minimizar la turbulencia creada por el viento	1-2 *	3-4-9-11	III	X
		Localización	21-Ver	Utilizar los perfiles del terreno exterior, las construcciones y vegetación aledañas para aprovechar los vientos dominantes		3-4-9-11		
	CONSTRUCTIVO	Elementos	22-Ver	Utilizar buen aislamiento térmico exterior en techos, muros y fundaciones		3-4		X
			23-Ver	Utilizar barreras de vapor para evitar la condensación en los materiales aislantes		3-4		X
			24-Ver	Colocar aislaciones térmicas móviles en el exterior de las superficies vidriadas	9 *	3-4	I	X
			25-Ver	Reducir al mínimo las infiltraciones y fugas de aire fresco		3-4		X
DISTRIBUCIÓN	DISEÑO	Morfológica	26-Ver	Resolver formas de espacio que faciliten la remoción del calor estratificado en la parte superior de los ambientes		3-4-9-11		
	CONSTRUCTIVO	Elementos	27-Ver	Proveer de dispositivos que mejoren la remoción del calor estratificado en la parte superior de los ambientes		3-4-9-11		

Tabla 1. Estrategias Detalladas EDSE definidas para verano. Correspondencia con los Métodos ME, GWS y los IB

COMPONENTE	ASPECTO	CARACTERÍSTICA	CÓD.	ESTRATEGIAS DE INVIERNO	ME	GWS	INDICE	ANUAL
CAPTACIÓN	DISEÑO	Distribución de Ambientes	1-Inv	Subdividir el edificio en áreas adecuadas para calefacción y refrescamiento	1 *	1-2		X
			2-Inv	Diseñar el edificio para que los ambientes principales tengan máxima ganancia solar	1-2-7-8	4	II-III-IV	
		Morfológica	3-Inv	Diseñar y orientar la envolvente para maximizar la ganancia solar	1-2-7-8	4	II-III-IV	
			4-Inv	Proveer de áreas vidriadas a los cerramientos orientados al Norte		4		
			5-Inv	Utilizar desniveles en los techos para facilitar la ganancia solar en los espacios no expuestos al Norte		4		
		Localización	6-Inv	Ubicar el edificio en la mejor orientación para propiciar la máxima ganancia solar	8	4	II	
	CONSTRUCTIVO	Entorno	7-Inv	Diseñar las superficies exteriores de piso para propiciar la reflectividad hacia las aberturas		4		
			8-Inv	Proveer de paneles reflejantes a las aberturas		4		
		Elementos	9-Inv	Utilizar muros solares en superficies verticales orientadas al Norte		4		
			10-Inv	Optimizar las superficies vidriadas al Norte	7-8 *	4	II-IV	X
			11-Inv	Utilizar claraboyas o lucernarios sobre techos para incrementar ganancias solares		4		
ALMACENAMIENTO	DISEÑO	Morfológica	12-Inv	Distribuir cerramientos pesados interiores y exteriores en todos los ambientes	3-4-5	3-4	VII	X
		Localización	13-Inv	Enterrar el edificio o utilizar tubos enterrados para aprovechar la inercia del suelo		3-4		X
	CONSTRUCTIVO	Elementos	14-Inv	Seleccionar materiales de alta capacidad térmica para controlar el flujo de calor en el edificio	3-4-5	3-4	V	X
CONSERVACIÓN	DISEÑO	Distribución de Ambientes	15-Inv	Ubicar las fuentes de calor interiores en la parte central del edificio	1 *	3-4		
			16-Inv	Utilizar áticos, sótanos, o espacios de uso secundario para que actúen de amortiguadores climáticos		3-4		X
			17-Inv	Proyectar vestíbulos con doble puerta en los accesos del edificio		3-4		X
			18-Inv	Minimizar la superficie y cantidad de aberturas sobre los lados Este, Oeste y Sur del edificio	8 *	3-4	II	
		Morfológica	19-Inv	Optimizar la compactidad del edificio, es decir la relación entre la superficie de la envolvente y el volumen del edificio	2	3-4	III	X
			20-Inv	Conformar y orientar el volumen del edificio para minimizar la turbulencia creada por el viento	1-2 *	3-4	III	X
		Localización	21-Inv	Utilizar los perfiles del terreno exterior, las construcciones y vegetación aledañas para protección de los vientos dominantes		3-4		
	CONSTRUCTIVO	Elementos	22-Inv	Utilizar buen aislamiento térmico exterior en techos, muros y fundaciones		3-4		X
			23-Inv	Utilizar barreras de vapor para evitar la condensación en los materiales aislantes		3-4		X
			24-Inv	Colocar aislaciones térmicas móviles en el exterior de las superficies vidriadas	9 *	3-4		X
			25-Inv	Reducir al mínimo las infiltraciones y fugas de aire caliente		3-4		X
DISTRIBUCIÓN	DISEÑO	Morfológica	26-Inv	Resolver formas de espacio que faciliten la recuperación del calor estratificado en la parte superior de los ambientes		3-4		
	CONSTRUCTIVO	Elementos	27-Inv	Proveer de dispositivos que mejoren la recuperación del calor estratificado en la parte superior de los ambientes		3-4		

Tabla 2. Estrategias Detalladas EDSE definidas para invierno. Correspondencia con los Métodos ME, GWS y los IB

CÓD.	ASPECTO O ELEMENTO RELACIONADO	RECOMENDACIÓN ME
1	Tipología	Organización cerrada con patio interior
2	Distribución de Ambientes	Organización compacta del edificio
3	Muros	Pesados en el exterior y en el interior, con transmisión térmica diferida más de 8 horas
4	Techos	Pesados, con transmisión térmica diferida más de 8 horas
5	Pisos	Pesados, con transmisión térmica diferida más de 8 horas
6	Complementos Exteriores	Se requiere espacio para dormir en el exterior y refrescamiento evaporativo en el entorno
7	Tamaño de Aberturas	Muy pequeñas (10 - 20% de muros)
8	Posición de Aberturas	Al Norte y al Sur, a la altura del cuerpo y a barlovento, con aberturas en muros interiores
9	Protección de Aberturas	Evitar asoleamiento directo

Tabla 3. Recomendaciones ME para la ciudad de San Juan

COD.	ZONA DEL DIAGRAMA PSICROMÉTRICO - GWS
1	Confort
2	Confort permisible
3	Calefacción por alta masa térmica y ganancias internas
4	Calefacción solar pasiva
5	Calefacción solar pasiva y activa
6	Humidificación mecánica
7	Calefacción solar activa y convencional
8	Protección solar
9	Refrigeración por alta masa térmica, ventilación, enfriamiento radiante y evaporativo naturales
10	Enfriamiento por evaporación natural o mecánica
11	Refrigeración por alta masa térmica con ventilación natural
12	Refrigeración por ventilación natural y forzada y enfriamiento radiante
13	Enfriamiento mecánico
14	Deshumidificación y enfriamiento mecánico

Tabla 4. Recomendaciones GWS para ciudad de San Juan

CÓD.	ÍNDICE	VALORES O ELEMENTOS	PUNTOS	CÓD.	ÍNDICE	VALORES O ELEMENTOS	PUNTOS
I	Protección solar	Galería amplia al Norte	1,00	IV	Fenes-tración	13%	0,20
		Pérgola vegetal amplia y densa al Norte	0,90			14%	0,10
		Persianas exteriores aislantes térmicas	0,80			> 15 %	0,00
		Aleros horizontales o pérgolas pequeñas al Norte	0,70	V	Retardo	$FR = e^{12 \cdot (1/PI \cdot Dif \cdot 24)^{1/2}}$	
		Cortina de enrollar exterior	0,60			> 8 horas	1,00
		Pantallas verticales al Este u Oeste	0,50			7 horas	0,90
		Lamas horizontales al Norte	0,40			6 horas	0,80
		Lamas verticales al Este u Oeste	0,30			5 horas	0,70
		Persianas exteriores no aislantes térmicas	0,20			4 horas	0,50
		Vegetación u obstáculos	0,10			3 horas	0,30
		Ventanas o muros sin protección	0,00			2 horas	0,20
		Permite ventilación N-S	1,00			1 horas	0,10
II	Orientación	No permite ventilación N-S	0,00			0 horas	0,00
		FF=Sup. Envolvente/ Volumen		VI	Entorno	Galería al N cerca zona dormir y jardines	1,00
III	Compacidad	0,75	1,00			Pérgola al N cerca zona dormir y jardines	0,80
		0,85	0,90			Galería o pérgola al N lejos zona dormir y jardines	0,70
		0,95	0,80			Galería o pérgola cerca zona dormir y jardines	0,60
		1	0,70			Galería o pérgola lejos zona dormir y jardines	0,50
		1,1	0,60			Sin galería y con jardines	0,30
		1,2	0,50			Sin galería y sin jardines	0,00
		1,3	0,40	VII	Masa Térmica	$MT = Vol.Total Muros / Vol.Total Edificio$	
IV	Fenestración	FV=Sup. Ventanas/Sup.Muros				0,35	1,00
		< 5 %	1,00			0,3	0,90
		6%	0,90			0,25	0,80
		7%	0,80			0,2	0,70
		8%	0,70			0,15	0,60
		9%	0,60			0,1	0,50
		10%	0,50			0,05	0,20
		11%	0,40			0	0,00
		12%	0,30				

Tabla 5. Índices IB de Valoración Cualitativa

SOPORTE INFORMÁTICO VESE

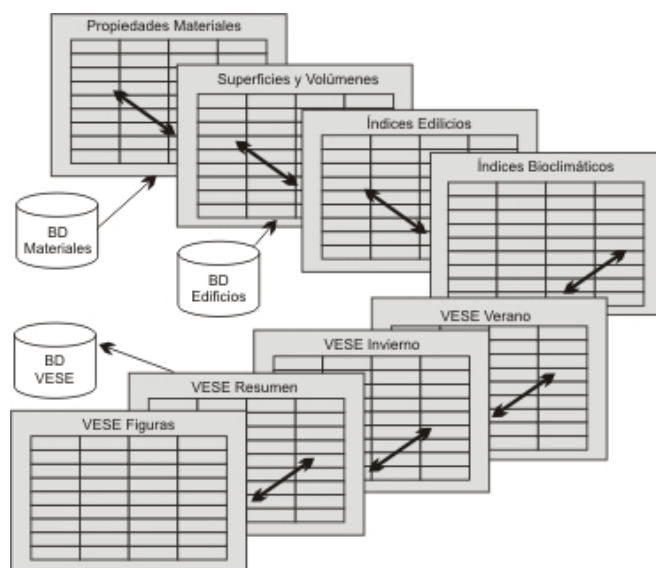


Fig. 2. Esquema de la Estructura Informática VESE

La Fig. 2 esquematiza la estructura informática VESE, conformada por tres libros programados en MS-Excel, utilizando funciones de vinculación interna entre las hojas de cada libro y externa entre los mismos, propias de bases de datos (BD), lógicas, matemáticas, estadísticas y de información. La BD de materiales es utilizada para obtener el IB cuantitativo V (Retardo de onda térmica), vinculada a la BD de Cálculo de superficies, volúmenes y de los índices característicos de los edificios analizados. A su vez, ésta se enlaza a la BD VESE que realiza por un lado el cálculo de los índices BC III, IV y VII, y por otro permite asignar los índices cualitativos I, II y VI en las tablas de verano e invierno a las estrategias sin equivalencias de métodos, como también el cálculo de promedios por subsistema y el total. En las últimas hojas de esta BD se arman automáticamente las tablas resumen con los ISE obtenidos, y las figuras respectivas que facilitan una rápida comparación entre los casos analizados.

La Fig. 3 muestra capturas de pantalla de algunas hojas del soporte informático en MS-Excel. En ella se observa la base de datos (BD) de materiales que está integrada por varias hojas de un libro, las cuales contienen los coeficientes característicos de los mismos (Gonzalo et al., 2001). La BD de datos de los edificios estudiados conforma otro libro que efectúa las operaciones de cálculo de superficies, y de volumen de los componentes edilicios y de los índices obtenidos de sus interrelaciones. La BD del procedimiento VESE es también un libro, del que se muestra la hoja de valoración de estrategias detalladas para verano.

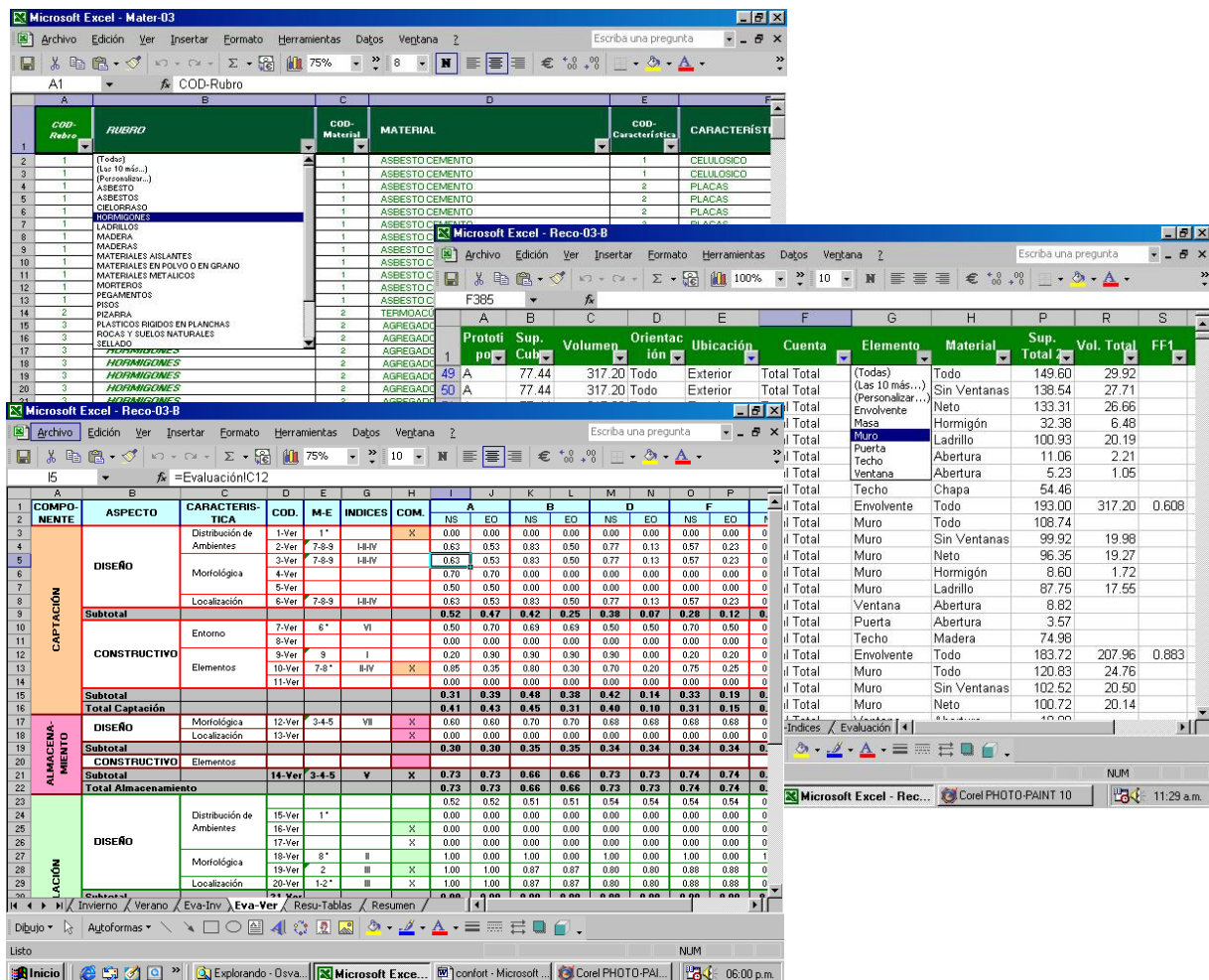


Figura 3. Capturas de Pantalla de los libros programados en MS-Excel: BD de materiales, de datos edificios y VESE.

CONCLUSIONES

El procedimiento implementado permite obtener un diagnóstico simultáneo del comportamiento edilicio como sistema energético para varios edificios, basado en condiciones homogéneas, como también detectar las posibilidades reales de mejora en cada subsistema del mismo.

El soporte informático automatiza las operaciones de cálculo y sistematización de los datos, facilitando su aplicación. Su uso se puede realizar en forma exhaustiva, como la que se ha explicitado, o simplificada. Esta consiste en obviar la aplicación de los IB, limitándose a tildar las EDSE que cada edificio cumple para verano e invierno y obtener el porcentaje que las mismas representan, dividiendo la cantidad de EDSE tildadas por 24, que son el total de EDSE de cada estación. En esta modalidad resulta un indicador interesante el porcentaje de estrategias de validez anual que cumplen los casos estudiados. La forma simplificada da una primera aproximación cuantitativa, que sirve de base para analizar la conveniencia de aplicar el modo exhaustivo.

Se han aplicado las dos modalidades explicadas en ocho propuestas innovativas de vivienda económica, habiendo podido identificar los subsistemas energéticos que en mayor medida contribuyen a la eficiencia energética edilicia en cada una de ellas, como también establecer un orden de mérito entre las tipologías, según su comportamiento como sistema energético. Las EDSE dan a quienes utilizan el procedimiento, una orientación más detallada que los métodos ME y GWS, para tomar decisiones, tanto en el proceso de diseño en sí, como en la selección de distintas propuestas de proyectos existentes.

Si bien esta versión de VESE se ha desarrollado para zona árida, el modelo es apto para ser implementado en otras regiones climáticas, efectuando los ajustes correspondientes para establecer las correspondencias entre métodos. El soporte informático, aunque potente, puede ser optimizado e incluir en el futuro interfaces más amigables para usuarios poco familiarizados con las planillas de cálculo.

NOMENCLATURA

EDSE:	Estrategias Detalladas como Sistema Energético
GWS:	Método de Givoni-Watson-Szockolay
IB:	Indicadores Bioclimáticos
Inv:	Invierno
ISE:	Indicadores de Sistema Energético
ME:	Método de Mahony-Evans
VB:	Valoración Bioclimática
Ver:	Verano
VESE:	Valoración Edilicia como Sistema Energético

REFERENCIAS

- Blasco I. (2001). *Software MET-ME*. Método de Mahony-Evans. IRPha-FAUD-UNSJ.
- Blasco Lucas I. (2001). *Software SUPER-MET*. Método de Cálculo de Superficies. IRPha-FAUD-UNSJ.
- Blasco I., Albarracín O., Hoesé L. (2001) *Procedimiento de Evaluación Bioclimática de Viviendas*. Energías Renovables y Medio Ambiente (ERMA), Vol. 4, N° 1, pp. 05.103-05.108.
- Blasco Lucas I. (2003). *Software VESE*. Valoración Edilicia como Sistema Energético. IRPha-FAUD-UNSJ.
- Blasco Lucas I., Hoesé L., Rosés R., Carestia C., Facchini M., Gomez W., Pontoriero D., Hidalgo E., Simón Gil L., De La Torre M. (2004). *Vivienda, Clima y Energía: Diagnóstico y Propuestas en Casos de Estudio*. Capítulo X. Libro Digital en edición, 1040 páginas. IRPha-FAUD-UNSJ.
- Evans J. M., De Schiller S. (1991). *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*. Serie Ediciones Previas N° 9. Buenos Aires.
- Evans J. M. (1999). *From Meteorological Data to Bioclimatic Design. 30 years of the Mahoney Tables*. Electronic Proceedings of the 16th Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA). Brisbane.
- García Arroyo A., Escorihuela J., Esteban J. L., Frutos J. M., Olaya M., Torroja B. (1983). *Bases para el Diseño Solar Pasivo*. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento (i.e.t.c.c.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.
- Gonzalo G., Ledesma S., Nota V. (2000). *Habitabilidad en Edificios. Propuestas de Normas para Tucumán*. 348 páginas. CEMA-UNT, Tucumán, Argentina.
- IRAM (1986). *Norma 11601*. Acondicionamiento Térmico de Edificios, Propiedades Térmicas de los Materiales de Construcción, Método de Cálculo de la Resistencia Térmica.
- Papparelli A., De Rosa C. et al. (1993). *Arquitectura y Clima en Zonas Áridas*. Editorial EFU. San Juan, Argentina.
- Zuhairy A. & A. Sayigh (1993). *The Development of the Bioclimatic Concept in Building Design*. Renewable Energy, Vol. 3, N° 4/5, pp. 521-553. Pergamon Press Ltd., Oxford, UK.
- Sena C. B., Cheng L. Y., Harris A. L. (2003). *Análise Climática das Regiões do Estado de São Paulo. Estudo Comparativo entre o Método de Mahoney Tradicional e Remodelado a través da Teoria dos Sistemas Nebulosos*. Actas Digitales del VII Encuentro Nacional sobre Confort en el Ambiente Construido (ENCAC) y la III Conferencia Latinoamericana sobre Confort y Comportamiento Higrotérmico de Edificaciones (COTEDI), pp. 225-232. Pontificia Universidad Católica de Paraná. Curitiba, Brasil.

ABSTRACT

The aim of this quali-quantitative procedure is not only to value buildings as energy systems (VBES) but also to compare different building typologies over an homogeneous basis in dry zones. First, detailed strategies for winter and summer are defined and classified by energy subsystems (DSES). Then a table of correspondences is elaborate with a previously developed bioclimatic valuation (BV) procedure for existent methods, such as Mahony-Evans (ME) and Givoni-Watson-Szockolay (GWS). At the same time, linked electronic sheets are programmed in MS-Excel, to produce, automatically, the operations of each step of the procedure to determine the energy system indexes (ESI). These indexes establish the level of fulfillment of DSES by each energy subsystem on the analyzed building, as well as the possibility of including in them those not fulfilled DSES. This paper describes the procedure structure and its informatics support, together with its advantages and drawbacks.

Keywords: informatic's procedure, buildings valuation, energy system, dry zone